

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-028716

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.CI.

G01N 27/18  
B60L 11/18  
H01M 8/04

(21)Application number : 2002-183903

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.06.2002

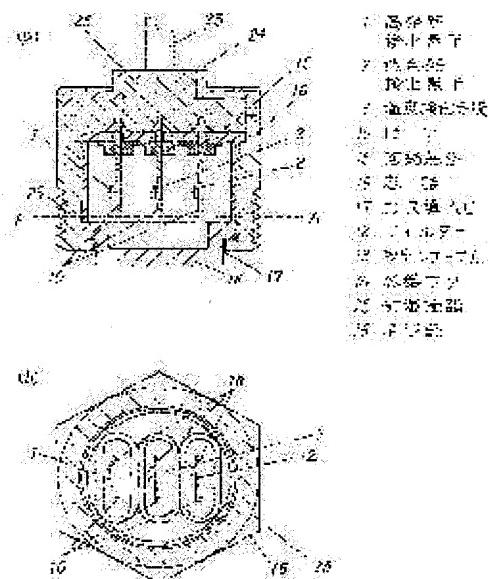
(72)Inventor : KATSUKI NOBUHARU  
SHOJI MASATO  
TADA MAKI

## (54) GAS DETECTOR, AND FUEL CELL SYSTEM AND CAR USING THE SAME

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a gas detector which can detect hydrogen concentration and humidity individually under environment in which hydrogen and steam coexist.

**SOLUTION:** The gas detector comprises a high heat detection element 1 and a low heat detection element 2 both of which has a different self-heating temperature and consists of a resistance element and whose resistance value changes corresponding to temperatures, and a temperature detection means 3 which is provided near the detection elements. Resistance values of the high heat detection element 1 and the low heat detection element 2 which change corresponding to hydrogen concentration and humidity, and the temperature measured by the temperature detection means 3 are converted into electric signals, and then the hydrogen concentration and the humidity of a gas introduced to the 2 detection elements and the temperature detection means 3 through a gas inlet 17 are converted and output.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-28716

(P2004-28716A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>G01N 27/18  
B60L 11/18  
H01M 8/04

F 1

G01N 27/18  
B60L 11/18  
H01M 8/04  
H01M 8/04

テーマコード(参考)

2 G06O  
5 H027  
5 H115

Z

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号  
(22) 出願日特願2002-183903 (P2002-183903)  
平成14年6月25日 (2002.6.25)

(71) 出願人

000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人

100097445

弁理士 岩橋 文雄

(74) 代理人

100103355

弁理士 坂口 智康

(74) 代理人

100109667

弁理士 内藤 浩樹

(72) 発明者

香月 輝晴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電器産業株式会社内

(72) 発明者

東海林 理人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電器産業株式会社内

最終頁に続く

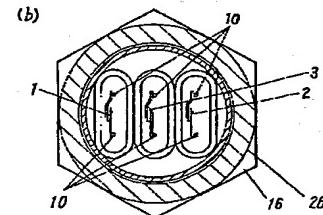
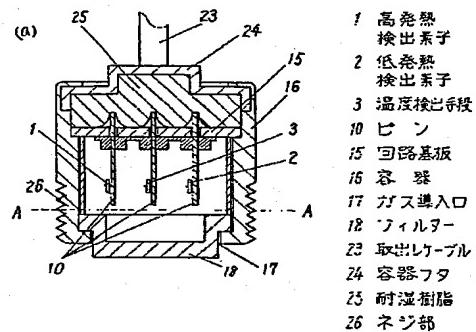
(54) 【発明の名称】ガス検出器とそれを用いた燃料電池システムおよび自動車

## (57) 【要約】

【課題】水素と水蒸気が共存した環境下において水素濃度と湿度を区別して検出することができるガス検出器を提供することを目的とする。

【解決手段】自己発熱温度を違えた温度により抵抗値が変化する抵抗体からなる高発熱検出素子1、および低発熱検出素子2と、これら2つの検出素子の近傍に設けた温度検出手段3を有し、前記高発熱検出素子1および低発熱検出素子2が水素濃度および湿度に応じて変化する抵抗値と温度検出手段3で求めた温度を電気的信号に変換し、前記2つの検出素子と温度検出手段3にガス導入口17を通して導入されたガス中の水素濃度および湿度を電気的に換算して出力するものである。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

自己発熱温度を違えた温度により抵抗値が変化する抵抗体からなる高発熱検出素子および低発熱検出素子と、これら2つの検出素子の近傍に設けた温度検出手段を有し、前記高発熱検出素子および低発熱検出素子が水素濃度および湿度に応じて変化する抵抗値と前記温度検出手段で求めた温度を電気的信号に変換し、前記2つの検出素子と温度検出手段にガス導入口を通して導入されたガス中の水素濃度および湿度を電気的に換算して出力するガス検出器。

**【請求項 2】**

高発熱検出素子および低発熱検出素子の乾燥空气中での水素濃度0%時の出力と乾燥空气中での水素濃度感度を温度検出手段により補正する請求項1に記載のガス検出器。 10

**【請求項 3】**

温度検出手段により補正された高発熱検出素子および低発熱検出素子の出力の差により絶対湿度を検出する請求項2に記載のガス検出器。

**【請求項 4】**

高発熱検出素子および低発熱検出素子の形状を同一とした請求項1に記載のガス検出器。

**【請求項 5】**

高発熱検出素子および低発熱検出素子にサーミスタを用いた請求項1に記載のガス検出器。 20

**【請求項 6】**

高発熱検出素子および低発熱検出素子をガラスで封止した請求項5に記載のガス検出器。

**【請求項 7】**

温度検出手段が高発熱検出素子と低発熱検出素子の間に配置された請求項1に記載のガス検出器。

**【請求項 8】**

温度検出手段として用いる素子の形状を2つの検出素子と同一形状とした請求項7に記載のガス検出器。

**【請求項 9】**

温度検出手段にサーミスタを用いた請求項7に記載のガス検出器。

**【請求項 10】**

温度検出手段であるサーミスタをガラスで封止した請求項9に記載のガス検出器。 30

**【請求項 11】**

温度検出手段は乾燥空气中の無孔ケース内に封止された温度検出素子からなる請求項1に記載のガス検出器。

**【請求項 12】**

温度検出素子の形状を2つの検出素子と同一形状とした請求項11に記載のガス検出器。

**【請求項 13】**

温度検出素子にサーミスタを用いた請求項11に記載のガス検出器。

**【請求項 14】**

温度検出素子であるサーミスタをガラスで封止した請求項13に記載のガス検出器。 40

**【請求項 15】**

2つの検出素子の発熱温度差を10℃以上とした請求項1に記載のガス検出器。

**【請求項 16】**

低発熱検出素子の発熱温度を100℃以上とした請求項1に記載のガス検出器。

**【請求項 17】**

ガス導入口には焼結金属フィルターが設けられた請求項1に記載のガス検出器。

**【請求項 18】**

請求項1から17のいずれか1つに記載のガス検出器をガス導入口が大地方向になるように配置した燃料電池システム。

**【請求項 19】**

請求項 1 から 17 のいずれか 1 つに記載のガス検出器をガス導入口が配管本流より上方に配置された請求項 18 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 20】**

請求項 1 から 17 のいずれか 1 つに記載のガス検出器を燃料電池が収納された筐体の一部または燃料電池スタックの空気極側出口配管の一部に設け、前記燃料電池からの水素ガス漏洩を前記ガス検出器で検知すると、警報を発するとともに前記筐体内の換気を行い、前記燃料電池を停止するように制御する燃料電池システム。

**【請求項 21】**

請求項 1 から 17 のいずれか 1 つに記載のガス検出器を乗車空間の上部に配置し、前記ガス検出器の湿度出力および温度出力を基に前記乗車空間が最適な温湿度になるように前記乗車空間の一部に設けたエアコンを制御するとともに、前記ガス検出器の水素濃度出力から前記乗車空間内の水素濃度が既定値以上であれば、警報を発するとともに前記乗車空間内の換気を行い水素供給源を遮断するように制御する自動車。10

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は水素漏洩および湿度を検出するためのガス検出器とそれを用いた燃料電池システムおよび自動車に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】**

近年、水素と空気中の酸素から電力を取り出す燃料電池の開発が盛んに行われている。これは発電時の排出物が水のみであるため環境に優れた発電方式であるだけでなく、原理的に取り出せる電力エネルギーの効率が高いため省エネルギーになり、また発電時に発生する熱を回収することにより熱エネルギーをも利用することができるといった特徴を有しており、地球規模でのエネルギーや環境問題解決の切り札として期待されている。20

**【0003】**

このような燃料電池システムは分散電源としての家庭用コジェネレーションシステムや自動車への応用が研究開発されてきており、今までの化石燃料を用いた火力発電やガソリンエンジンに置き換わるものとして今後ますます進展していくものと考えられる。

**【0004】**

燃料電池は水素を燃料に用いるため、その安全対策が重要な問題となる。すなわち、安全対策のためには水素が漏洩したことを検出する水素濃度検出器が必要になってくる。

**【0005】**

従来はこのような水素濃度検出器として、水素の熱伝導率が他のガスに比べ極めて大きいことを利用し、発熱素子の温度変化で水素濃度を検出する原理のものが提案されていた。例えば、空气中で熱平衡に達した発熱素子に水素が到達すると、素子から奪われる熱量が変化し熱平衡が崩れるため、素子の温度が水素濃度に応じて変化する。この温度変化を温度検出素子で電気的に検出するものである。

**【0006】**

この水素濃度検出器に使用される発熱素子および温度検出素子として、従来は白金測温体が用いられてきた。白金は金属の中では比抵抗が高い方なので電流を流すと自己発熱し、さらに抵抗温度係数も金属の中では大きい方なので、水素濃度に応じた温度変化を抵抗値変化として検出することができる。40

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】**

ここで問題となるのは被検出ガス中に湿度が存在した場合である。すなわち、湿気がなければ確かに白金の抵抗値は水素濃度に応じて変化するのであるが、湿気があるとそれによっても抵抗値が変化してしまい、水素による変化なのか湿気によるのかあるいは両者が共存して変化したのかを区別することができない。

**【0008】**

10

20

30

40

50

これは、水蒸気のみであれば熱伝導率は水素のそれより極めて小さいが、極性を持つ水蒸気と無極性の空気や水素等が混合した系での熱伝導率は、絶対湿度とともに一旦上昇しピークを持って下降する特性を示すため、水素漏洩検知のように水素に比べ水蒸気が多量にある場合が想定される系での検出においては湿度の影響を無視できなくなる。

#### 【0009】

以上のことから、本発明は水素と水蒸気が共存した環境下において水素濃度と湿度を区別して検出することができるガス検出器を提供することを目的とするものである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は以下の構成を有するものであり、その特徴部分について列挙する。 10

#### 【0011】

本発明の請求項1に記載の発明は、抵抗値が変化する抵抗体からなる高発熱検出素子および低発熱検出素子の自己発熱温度を違える構成としたことであり、これにより湿気があった場合、発熱温度が違うそれぞれの検出素子の近傍での水蒸気の熱伝導率に差が発生し、簡単な構成で絶対湿度を得ることができるという作用効果が得られる。

#### 【0012】

本発明の請求項2に記載の発明は、高発熱検出素子および低発熱検出素子の乾燥空气中での水素濃度0%時の出力と乾燥空气中での水素濃度感度を温度検出手段により補正する構成であり、これにより周囲の温度が変化した場合でも正確な水素濃度を検出できるという効果が得られる。 20

#### 【0013】

本発明の請求項3に記載の発明は、温度検出手段により補正された高発熱検出素子および低発熱検出素子の出力の差により絶対湿度を検出する構成であり、これにより湿気が存在する場合に、発熱温度が違うそれぞれの検出素子の近傍での水蒸気の熱伝導率に差が発生し、簡単な構成で絶対湿度を得ることができるという効果が得られる。

#### 【0014】

本発明の請求項4に記載の発明は、高発熱検出素子および低発熱検出素子の形状を同一としたものを用いることにより、外的な熱の変動に対しても両検出素子の応答が等しいため、結果として高応答の湿度検出ができるという効果が得られる。 30

#### 【0015】

本発明の請求項5に記載の発明は、高発熱検出素子および低発熱検出素子にサーミスタを用いた構成であり、これによりわずかな温度変化に対しても大きな抵抗値変化が得られ、結果として大きな感度が得られるという効果が得られる。

#### 【0016】

本発明の請求項6に記載の発明は、高発熱検出素子および低発熱検出素子をガラスで封止したことにより、還元ガスである水素に対してもサーミスタの抵抗値変化が起こらず耐久性や再現性に優れた特性を得ることができるという効果が得られる。

#### 【0017】

本発明の請求項7に記載の発明は、温度検出手段を高発熱検出素子と低発熱検出素子の間に配置しているため、検出器の起動時における両検出素子の周囲のガス温度上昇を温度検出手段により検知することができるため正確な温度補正ができ、結果として検知器の高速起動が可能となるという効果が得られる。 40

#### 【0018】

本発明の請求項8に記載の発明は、温度検出手段として用いる素子の形状を2つの検出素子と同一形状とした構成であり、これにより外的な熱の変動に対しても温度検出手段と両検出素子の応答が等しくなり、結果として高応答の水素および湿度検出ができるという効果が得られる。

#### 【0019】

本発明の請求項9に記載の発明は、温度検出手段にサーミスタを用いた構成であり、わず 50

かな温度変化に対しても大きな抵抗値変化が得られ、結果として補正の精度を向上できるという効果が得られる。

**【0020】**

本発明の請求項10に記載の発明は、温度検出手段であるサーミスタをガラスで封止した構成であり、これにより還元ガスである水素に対してもサーミスタの抵抗値変化が起こらず耐久性や再現性に優れた特性を得ることができるという効果が得られる。

**【0021】**

本発明の請求項11に記載の発明は、温度検出手段が乾燥空気中の無孔ケース内に封止された温度検出素子からなる構成であり、これにより温度検出手段の両端電圧は被検出ガスにより変化することなく、ガス検出器内部の温度に応じた電圧を出力し、かつ温度検出手段は検出器の起動時における両検出素子の温度上昇と同様の温度上昇をするため正確な温度補正ができる、結果として検知器の高速起動が可能となるという効果が得られる。

10

**【0022】**

本発明の請求項12に記載の発明は、温度検出素子の形状を2つの検出素子と同一形状とした構成であり、これにより外的な熱の変動に対しても温度検出素子と両検出素子の応答が等しくなり、結果として高応答の水素および湿度検出ができるという効果が得られる。

**【0023】**

本発明の請求項13に記載の発明は、温度検出素子にサーミスタを用いた構成であり、これによりわずかな温度変化に対しても大きな抵抗値変化が得られ、結果として補正の精度を向上できるという効果が得られる。

20

**【0024】**

本発明の請求項14に記載の発明は、温度検出素子であるサーミスタをガラスで封止した構成であり、これにより周囲雰囲気に対する安定性が高く耐久性や再現性に優れた特性を得ることができるという効果が得られる。

**【0025】**

本発明の請求項15に記載の発明は、2つの検出素子の発熱温度差を10℃以上とした構成であり、これにより湿気が存在する場合、発熱温度が違うそれぞれの検出素子の近傍での水蒸気の熱伝導率に差が発生し簡単な構成で絶対湿度を検知できるという効果が得られる。

30

**【0026】**

本発明の請求項16に記載の発明は、低発熱検出素子の発熱温度を100℃以上とした構成であり、これによりガス検出器が動作していないときに、低発熱検出素子および高発熱検出素子の表面に結露しても、ガス検出器の起動後に水分を蒸発させることができ高精度な検出ができるという効果が得られる。

**【0027】**

本発明の請求項17に記載の発明は、ガス導入口に焼結金属フィルターを設けた構成であり、これにより導入された被検出ガスの流量が変化しても焼結金属フィルター内で整流されるため、被検出ガス流量によるガス検出器の出力への影響を低減できるという効果が得られる。

40

**【0028】**

本発明の請求項18に記載の発明は、ガス検出器をガス導入口が大地方向になるように配置した構成であり、これにより結露した水分を重力によりガス検出器内部から排出できるという効果が得られる。

**【0029】**

本発明の請求項19に記載の発明は、ガス検出器を配管に設置する場合、ガス導入口が配管本流より上方になるように配置した構成であり、これにより配管本流の流量が変動しても直接ガス検出器に導入されないため、流量の影響を低減でき精度が向上するという効果が得られる。

**【0030】**

本発明の請求項20に記載の発明は、ガス検出器を燃料電池が収納された筐体の一部また

50

は燃料電池スタックの空気極側出口配管の一部に設け、前記燃料電池からの水素ガス漏洩を前記ガス検出器で検知すると、警報を発するとともに前記筐体内の換気を行い、前記燃料電池を停止するように制御する構成であり、これにより湿気を含む被検出ガス中でも水素濃度のみを高精度に検出できるため、水素漏洩に対する安全性が高い燃料電池システムを構成することができるという効果が得られる。

### 【0031】

本発明の請求項21に記載の発明は、ガス検出器を乗車空間の上部に配置し、前記ガス検出器の湿度出力および温度出力を基に前記乗車空間が最適な温湿度になるように前記乗車空間の一部に設けたエアコンを制御するとともに、前記ガス検出器の水素濃度出力から前記乗車空間内の水素濃度が既定値以上であれば、警報を発するとともに前記乗車空間内の換気を行い、水素供給源を遮断するように制御する構成であり、これにより乗車空間内の1つのガス検出器だけで水素漏洩検知だけでなく湿度や温度のデータが得られるため、通常はエアコン制御を行い水素漏洩時には燃料電池システムを停止するという制御を行うことで、自動車の安全性や快適性を向上できるという効果が得られる。10

### 【0032】

#### 【発明の実施の形態】

##### (実施の形態1)

以下、実施の形態1を用いて、本発明の特に請求項1～10および請求項15～21に記載の発明について説明する。

### 【0033】

20

図1(a)は本発明の実施の形態1におけるガス検出器の概略断面図であり、図1(b)は図1(a)の点線部(A-A)での断面図をそれぞれ示す。図2は本発明の実施の形態1におけるガス検出器の検出素子および温度検出手段であるサーミスタの概略断面図である。図3は本発明の実施の形態1におけるガス検出器の検出部組立図である。図4は本発明の実施の形態1におけるガス検出器の配管への取り付けを示す概略断面図である。

### 【0034】

図1において、1は高発熱検出素子であり、2は低発熱検出素子、また3は温度検出手段である。これらの素子にはサーミスタを用いており、その構造を図2に示す。

### 【0035】

30

図2において、4はサーミスタ素体であり、B定数が2300Kのマンガン、コバルト、銅、バナジウムからなる複合酸化物焼結体を直径1.2mm、厚さ0.2mmの円板状に切削加工したもの用いている。サーミスタ素体4の両面には銀-パラジウム-白金系の導電ペーストを印刷、焼成することにより形成した電極5が設けられている。両方の電極5には前記導電ペーストで電気的、機械的に接続された直径0.15mmの白金線からなるリード線6が接続されている。

### 【0036】

サーミスタ素体4の外表面全体には、電極5やリード線6の一部を含むように低融点のガラス層7が形成されている。これは焼成温度が550℃のガラス粉を有機溶剤とともにペースト化したものを塗布することによって形成した。これにより、サーミスタ素体4は全体がガラス層7に内包される。

40

### 【0037】

このようにしてサーミスタ8を3個作製する。これらのサーミスタ8は、それぞれ図3に示すように、台座9に固定されたピン10にリード線6を抵抗溶接(図中×印で示した)することにより電気的、機械的に接続され、それぞれ高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出手段3として使用する。

### 【0038】

なお、高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出手段3は回路基板15上にそれぞれのピン10の一端が挿入され半田付けにより電気的、機械的に接続され、外周が六角形状の容器16に収納される。また、温度検出手段3は高発熱検出素子1と低発熱検出素子2の間に配置する構成であり、ガス検出器の起動時における高発熱検出素子1および

50

低発熱検出素子 2 の周囲のガス温度上昇を温度検出手段 3 により正確に検知することができるため、ガス検出器の高速起動が可能となる。

**【0039】**

ガス導入口 17 には焼結金属製のフィルター 18 がはめ込まれている。これは外周が円形の形状であり、容器外部に突出するように配置してある。

**【0040】**

なお、被検出ガスに湿気が存在する場合、温度環境によっては容器 16 の内部で結露する可能性がある。そこで、ガス検出器のガス導入口 17 が大地方向になるように配置することで、結露水が重力によりフィルター 18 の外部へ誘導され排水されやすくなる。

**【0041】**

容器 16 の回路基板 15 の上部には、あらかじめ取り出しケーブル 23 を通した容器フタ 24 がはめ込まれ、容器 16 をかしめて固定される。さらに、耐湿樹脂 25 を容器フタ 24 に設けた注入口（図示せず）から回路基板 15 と容器フタ 24 の間の空間全体に注入し、硬化させた構成となっている。

**【0042】**

このようにして完成したガス検出器は、容器 16 の外周の一部に設けたネジ部 26 でガス濃度を検出したい部位に固定される。なお、配管中のガス濃度を検出する場合は、図 4 に示すように配管の一部にガス検出器の取付部 28 を設け、ここにネジ部 26 をねじ込むことによってガス検出器を固定する。このようにすることで配管 27 の本流から離れた上方にガス導入口 17 を配することができ、本流のガス流速の影響を低減することができる。

**【0043】**

次に、ガス検出器の取り付け例について図 5 および図 6 を用いて説明する。

**【0044】**

図 5 は本発明の実施の形態 1 におけるガス検出器を燃料電池システムに取り付けた際の概略ブロック図である。図 6 は本発明の実施の形態 1 におけるガス検出器を用いた燃料電池自動車の概略構造図である。

**【0045】**

まず、燃料電池システムについて固体高分子型を例に説明する。図 5において、51 は水素タンクである。水素タンク 51 内の水素は遮断弁 52 を通って水素加湿器 53 に導入される。ここで燃料電池内の固体高分子膜が乾燥するのを防ぐための湿気が与えられる。加湿された水素は燃料電池スタック 54 の水素極側に導入される。

**【0046】**

一方、燃料電池スタック 54 には発電に必要な空気もコンプレッサ 55 により空気加湿器 56 で加湿されて空気極側に導入される。これにより燃料電池スタック 54 は発電を行い、太線で示したように燃料電池制御回路 57 を経て外部に電力を供給する。また、燃料電池スタック 54 からは発電の結果、生成した水が空気と一緒に外部へ排出される。

**【0047】**

このような燃料電池システムは全体が筐体 58 に収納されている。筐体 58 内には、図 5 の中に黒丸で示したように、水素タンク 51 の近傍、燃料電池スタック 54 の近傍、燃料電池スタック 54 の空気極側出口配管の一部などに水素漏洩を検知するためのガス検出器が配置される。これによりいずれかのガス検出器が水素漏洩を検知すれば、燃料電池制御回路 57 は遮断弁 52 を閉じ警報器 59 と換気扇 60 を動作させ燃料電池を停止するように制御する。なお、具体的な制御動作についてはフローチャートを用いて後述する。

**【0048】**

次に、燃料電池自動車について説明する。図 6 において、自動車の本体 101 は乗車空間 102 と、水素タンク収納空間 103 と、駆動手段収納空間 104 と、床下空間 105 がそれぞれ空間として分離された状態で形成されている。水素タンク収納空間 103 には水素を貯蔵するタンク 106 が設けられている。タンク 106 は、特に衝突時における水素漏洩に対する安全性を確保するために、外側タンク 107 と内側タンク 108 からなる二重構造となっており、内側タンク 108 内に水素が貯蔵されている。また、駆動手段収納

10

20

20

30

40

50

空間 104 には本体 101 を駆動するためのモーター 109 が設けられている。床下空間 105 には燃料電池スタック 110 が設けられている。

#### 【0049】

タンク 106 から供給された水素は床下空間 105 に設けられた燃料電池スタック 110 で電気エネルギーに変換され、その電気エネルギーがモーター 109 に伝達されてタイヤ 111 を駆動するようになっている。112 はハンドルを示している。

#### 【0050】

このような自動車において、それぞれの空間にはガス検出器 113 が設けられている。具体的には、乗車空間 102 に設けたガス検出器 113 は乗車空間 102 の中で最も上部にあたる天井前部に、水素タンク収納空間 103 に設けたガス検出器 113 はタンク 106 が二重構造であるため外側タンク 107 の最上部に、駆動手段格納空間 104 に設けたガス検出器 113 は駆動手段格納空間 104 の中で最も上部にあたるポンネット後端部に、床下空間 105 に設けたガス検出器 113 は床下空間 105 の最上部にそれぞれ取付けられている。さらに図示していないが、図 6 と同様に燃料電池スタック 110 の空気極側出口配管の一部にもガス検出器を取付けている。

10

#### 【0051】

これらのガス検出器 113 のうちのいずれかが水素漏洩を検知すると、図 6 で説明したように水素供給源を遮断し、警報および換気を行う。それに加えて、乗車空間 102 内に設けたガス検出器 113 は湿度や温度も検知できるため、通常は乗車空間 102 の内部が最適な温湿度になるように乗車空間 102 の一部に設けたエアコンを制御している。なお、  
20 具体的な制御動作についてはフローチャートを用いて後述する。

20

#### 【0052】

なお、以上に述べたガス検出器は、燃料電池システムと自動車のいずれに取付けられる場合でもガス導入口 17 が大地方向になるように配置してある。これにより軽い水素が漏れた場合、素早くガス検出器に導入されるだけでなく、周囲温度によりガス検出器内に結露水が発生した場合でも、前述のようにガス導入口 17 に設けたフィルター 18 を通して大地方向に排出されガス検出器内部に残存しないようにすることができます。

#### 【0053】

次に、ガス検出器の動作について説明する。

#### 【0054】

30

図 7 は本発明の実施の形態 1 におけるガス検出器の概略回路図である。図 8 は本発明の実施の形態 1 におけるガス検出器の乾燥空気下での水素濃度出力特性図であり、図 8 (a) は高発熱検出素子 1 の両端電圧値を、図 8 (b) は低発熱検出素子 2 の両端電圧値をそれぞれ示す。図 9 は本発明の実施の形態 1 におけるガス検出器の湿度出力特性であり、図中の (a) は高発熱検出素子 1 の補正後の出力を、(b) は低発熱検出素子 2 の出力を、(c) はこれらから得られたそれぞれの出力の差 (絶対湿度出力) を示している。図 10 は本発明の実施の形態 1 におけるガス検出器の補正計算後の出力特性図であり、図 10 (a) は水素濃度出力特性を、図 10 (b) は絶対湿度出力特性をそれぞれ示す。

#### 【0055】

図 7 において、高発熱検出素子 1、低発熱検出素子 2 および温度検出手段 3 には、それぞれ直列に固定抵抗 29a、29b および 29c が接続されている。ここで、固定抵抗 29a には高発熱検出素子 1 の発熱温度が約 160°C となるように 120 Ω を、固定抵抗 29b には低発熱検出素子 2 の発熱温度が約 120°C となるように 250 Ω を、また固定抵抗 29c には温度検出手段 3 が自己発熱しないように 12 kΩ を用いた。回路には直流電源 31 が接続され印加電圧は 8V とした。

40

#### 【0056】

高発熱検出素子 1、低発熱検出素子 2 および温度検出手段 3 の両端電圧はマイクロコンピュータ 32 に入力される。マイクロコンピュータ 32 は後述する演算を行い、水素濃度、湿度、温度をそれぞれ出力する。

#### 【0057】

50

ガス検出器の近傍または配管内の被検出ガスは、ガス導入口17に設けたフィルター18を通って高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出手段3に到る。高発熱検出素子1、低発熱検出素子2は自己発熱しており被検出ガス中に水素や湿気があると、その濃度に応じて被検出ガスの熱伝導度が変わり熱が奪われるため、高発熱検出素子1、低発熱検出素子2の温度が変化する。この変化は高発熱検出素子1、低発熱検出素子2の両端電圧の変化としてマイクロコンピュータ32に入力される。

#### 【0058】

一方、温度検出手段3は自己発熱しておらず、温度検出手段3の両端電圧は被検出ガスにより変化することではなく、ガス検出器の内部の温度に応じた電圧を出力し、ガス検出器の内部の温度データとしてマイクロコンピュータ32に入力される。マイクロコンピュータ32は上記の電圧値を基に、水素濃度、湿度、温度を演算してそれぞれ出力する。  
10

#### 【0059】

次に、マイクロコンピュータ32内で行われる演算手法について説明する。

#### 【0060】

最初に、ガス検出器の製造時に補正データの作成を以下のように行う。

#### 【0061】

まず、乾燥空気下における水素濃度変化に対する高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出手段3の両端電圧を計測する。この計測を各種温度条件下で実施する。図8に80℃の周囲温度条件下における結果を示す。図8(a)は横軸に水素濃度を、縦軸に高発熱検出素子1の両端電圧を示す。図より、高発熱検出素子1の両端電圧は水素濃度に比例して大きくなることがわかる。同様に、図8(b)は低発熱検出素子2の両端電圧を計測したもので、低発熱検出素子2の両端電圧も水素濃度に比例して大きくなる。また、温度検出手段3の両端電圧は被検出ガスの状態によらないので周囲温度を表すことになるため、この温度検出手段3の両端電圧値と高発熱検出素子1の両端電圧および低発熱検出素子2の両端電圧の関係を求め水素濃度0%時の周囲温度による変動および水素濃度に対する感度の温度補正のデータをそれぞれ作成する。  
20

#### 【0062】

次に、空气中で湿度を変化させた時の高発熱検出素子1の両端電圧および低発熱検出素子2の両端電圧を計測する。図9に80℃の周囲温度条件下における結果を示す。横軸に絶対湿度を示しており、図中の(a)は高発熱検出素子1の両端電圧を上記図8で説明した水素に関する温度補正の考えに基づいて補正した出力、つまり水素検出精度に対する誤差(以下、湿度オフセットと呼ぶ)を示す。同様に、図9中の(b)に低発熱検出素子2の両端電圧を補正して得られた湿度オフセットを示す。また、図9中の(c)にこれらの得られた高発熱検出素子1の湿度オフセットから低発熱検出素子2の湿度オフセットを差し引いた値(絶対湿度)を示している。図9より同一の絶対湿度条件下にかかわらず、高発熱検出素子1の湿度オフセットおよび低発熱検出素子2の湿度オフセットに違いが生じる。これは湿気が存在する場合、発熱温度が違うそれぞれの検出素子の近傍での水蒸気の熱伝導率に差が発生し、結果として検出素子の熱伝導特性に違いが現れるためと考えられる。  
30

#### 【0063】

この高発熱検出素子1の湿度オフセットから低発熱検出素子2の湿度オフセットを差し引いた値(以後、絶対湿度出力と呼ぶ)は、図9より絶対湿度に比例することがわかる。

#### 【0064】

したがって、この絶対湿度出力を得ることによって、湿度オフセットを補正できるとともに、絶対湿度さらには温度検出手段3から得られる周囲温度の状態から相対湿度の算出也可能となる。

#### 【0065】

これらの現象を基に、高発熱検出素子1の湿度オフセットおよび低発熱検出素子2の湿度オフセットの差より得られる絶対湿度出力と湿度オフセットの関係を求め水素濃度検出に対する湿度補正のデータおよび絶対湿度出力データを作成する。

**【0066】**

以上の水素濃度検出に関する温度補正、絶対湿度出力および水素濃度検出に関する温度補正の計算手法はマイクロコンピュータ32にプログラムされており、ガス検出器の動作時に得られる高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出手段3の両端電圧が入力されると、上記計算を行い水素濃度、湿度を出力するようになっている。

**【0067】**

上記ガス検出器を実際に動作させた時の出力例について図10を用いて説明する。

**【0068】**

実験方法として80℃の周囲温度環境下において、絶対湿度が約40g/m<sup>3</sup>の空気に水素ガスを0%→0.4%→0.8%→1.6%→0.8%→0.4%→0%の順に切り替えて流したときのガス検出器のマイクロコンピュータ32で演算後の出力を計測した。  
10

**【0069】**

まず、水素濃度出力結果を図10(a)に示す。横軸は測定の経過時間(秒)で600秒毎に水素濃度を切り替えている。縦軸は高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出手段3の両端電圧から上記の計算手法に基づいて計算した水素濃度計算値(%)である。図よりガス切り替えにより極めて応答性よく水素濃度が変化しており、精度も良好であることが確認された。

**【0070】**

次に、湿度出力結果を図10(b)に示す。横軸は図10(a)と同様に測定の経過時間(秒)であり、前述の水素濃度計測と同様のタイミングで水素ガス濃度を切り替えている。また、縦軸は水素濃度相当の絶対湿度出力である。図10(a)に示したように測定中に水素濃度が大きく変わっているにもかかわらず、絶対湿度出力は変動がなく、水素濃度に影響されずに精度よく絶対湿度のみを出力することが確認された。また、ガス検出器の近傍に設けた湿度計測器で測定した被検出ガスの絶対湿度と同様の結果も得られ、後述するように自動車の乗車空間内のエアコン制御等に用いる場合は十分な精度が得られることも確認された。  
20

**【0071】**

以上の結果より、本実施の形態1のガス検出器は水素濃度と湿度を独立して高精度に検出できることが明確化された。

**【0072】**

なお、高発熱検出素子1および低発熱検出素子2に直列に接続された固定抵抗29aおよび29bの抵抗値をそれぞれ120Ωおよび150Ωとして高発熱検出素子1の発熱温度を約160℃、低発熱検出素子2の発熱温度を約150℃となるようにして、前述と同様の水素および湿度検出の評価を実施したが、絶対湿度出力値の精度は低下するものの各種補正是可能であった。  
30

**【0073】**

次に、本実施の形態1のガス検出器を用いた燃料電池システムおよび自動車のガス検出器出力による制御動作について図11および図12を用いて説明する。

**【0074】**

図11は本発明の実施の形態1におけるガス検出器を用いた燃料電池システムにおけるガス検出器出力による動作制御サブルーチンを表すフローチャートである。図12は本発明の実施の形態1におけるガス検出器を用いた自動車におけるガス検出器出力による動作制御サブルーチンを表すフローチャートである。  
40

**【0075】**

まず、燃料電池システムについては燃料電池システム全体の動作を司るソフトウェア(以下、メインルーチンという)の実行中に、一定時間毎割り込みにより水素濃度検出を行う場合を想定して説明する。

**【0076】**

図11は、その際のサブルーチンを示し、このサブルーチンは燃料電池システム動作ソフトウェアの一部に書き込まれている。

**【0077】**

メインルーチンへの割り込み発生により図1.1のサブルーチンにジャンプしてくると、まずガス検出器の水素濃度出力値を読み込む(S1)。この際、図5に示すように燃料電池システムには複数個のガス検出器を設けて水素漏洩を監視しているため、全てのガス検出器の出力を順次読み込む。

**【0078】**

次に、いずれかのガス検出器の水素濃度出力が既定値(例えは2%)を超えたか否かを順次判定する(S2)。例えば、いずれのガス検出器の出力も既定値を超えていない場合、そのままメインルーチンに復帰する(S2のno)。逆に、既定値以上の出力が1つでもある場合(S2のyes)には直ちに燃料電池を停止するように制御する。

**【0079】**

具体的には、まず燃料供給側の遮断弁52を閉じ(S3)、筐体58内に漏れた水素を大気に開放するために換気扇60を駆動する(S4)とともに、水素漏洩の事実を知らせるために警報器59を起動する(S5)。その後、水素漏れフラグをONにして(S6)メインルーチンに復帰する。メインルーチンでは水素漏れフラグにより燃料電池を安全に停止するようシステムを制御する。

**【0080】**

次に、自動車について説明する。この場合も燃料電池システムと同様に、メインルーチン実行中に一定時間毎割り込みにより水素濃度、湿度、温度検出を行う場合を想定して説明する。図1.2はその際のサブルーチンを示す。

**【0081】**

メインルーチンの割り込み発生により図1.2のサブルーチンにジャンプしてくると、まず各ガス検出器の水素濃度出力値を読み込む(S7)。さらに、乗車空間102内に設けたガス検出器については、同時に湿度、温度出力を読み込み(S8)、湿度、温度をメインルーチンが参照する記憶領域に保存する(S9)。

**【0082】**

次に、いずれかのガス検出器の水素濃度出力が既定値(例えは2%)を超えたか否かを順次判定する(S10)。例えば、いずれのガス検出器の出力も既定値を超えていない場合、そのままメインルーチンに復帰する(S10のno)。メインルーチンでは記憶領域に保存された乗車空間102内の現在の湿度、温度データをエアコン制御ソフトウェアに渡す。エアコン制御ソフトウェアは受け取った湿度、温度データを基に、乗車空間102内がユーザーの設定値を基準とした最適な温湿度になるようにエアコンを制御する。

**【0083】**

また、既定値以上の水素濃度出力が1つでも確認された場合(S10のyes)、直ちに燃料電池を停止するように制御する。具体的には、まず燃料供給側の遮断弁を閉じ(S11)、乗車空間102内に漏れた水素を大気に放出するためにエアコンを外気導入とともに最大風量で駆動し(S12)、水素漏洩の事実を運転手に知らせるために警報器を起動する(S13)。その後、水素漏れフラグをONにして(S14)メインルーチンに復帰する。メインルーチンでは水素漏れフラグにより燃料電池を安全に停止するようシステムを制御する。

**【0084】**

以上の制御動作を行うことにより、燃料電池システムや自動車から水素が漏洩しても安全に停止することが可能となり、さらには自動車の乗車空間のエアコン制御も同時に実現できる。

**【0085】****(実施の形態2)**

以下、実施の形態2を用いて、本発明の特に請求項1.1～1.4に記載の発明について説明する。

**【0086】**

図1.3(a)は本発明の実施の形態2におけるガス検出器の概略断面図であり、図1.3(

b) は図 13 (a) の点線部 (A-A) での断面図をそれぞれ示す。

**【0087】**

なお、実施の形態 1 と同様の構成を有するものについては、同一符号を付しその説明を省略する。

**【0088】**

図 13において、実施の形態 1 と相違する点は、温度検出手段の構成として温度検出素子を乾燥空气中の無孔ケース内に封止した点である。以下詳細を述べる。

**【0089】**

図 13において 12 は温度検出素子であり、この素子には実施の形態 1 と同様にサーミスターを用いており、その構造は図 2 に示している。

10

**【0090】**

温度検出手段の構成は、図 13 に示すように、高発熱検出素子 1 や低発熱検出素子 2 と同様の構成の温度検出素子 12 を乾燥空气中においてケース 11 で被い、ケース 11 と台座 9 とをプロジェクション溶接により接合し封止した構成であり、これにより温度検出素子 12 の両端電圧は被検出ガスにより変化することなく、ガス検出器内部の温度に応じた電圧を出力し、かつ温度検出素子 12 は検出器の起動時における両検出素子の温度上昇と同様の温度上昇をするため正確な温度補正ができる、結果としてガス検出器の高速起動が可能となる。

**【0091】**

次に、本実施の形態 2 のガス検出器の動作について説明する。

20

**【0092】**

図 14 は本発明の実施の形態 2 におけるガス検出器の概略回路図である。図 15 は本発明の実施の形態 2 におけるガス検出器の湿度出力特性であり、(a) は高発熱検出素子 1 の両端電圧値を、(b) は低発熱検出素子 2 の両端電圧値を、(c) はこれらから得られたそれぞれの両端電圧値を、温度補正の考え方に基づき補正した場合の絶対湿度による水素検出精度への誤差（絶対湿度出力）を示す。図 16 は本発明の実施の形態 2 におけるガス検出器の補正計算後の出力特性図であり、図 16 (a) は水素濃度特性を、図 16 (b) は絶対湿度出力特性をそれぞれ示す。

**【0093】**

図 14において、温度検出素子 12 には直列に固定抵抗 29d が接続されている。ここで、固定抵抗 29d には、温度検出素子 12 の発熱温度が約 140°C となるように 180Ω のものを用いた。また、直流電源 31 の印加電圧は 8V とした。

30

**【0094】**

高発熱検出素子 1、低発熱検出素子 2 は自己発熱しており、被検出ガス中に水素や湿気があると、その濃度に応じてこれらの両端電圧が変化する。また、温度検出素子 12 はケース 11 で乾燥空气中に封止されているために、その両端電圧は被検出ガスにより変化することはなく、ガス検出器内部の温度に応じた電圧を出力する。この温度検出素子 12 の両端電圧値と高発熱検出素子 1 の両端電圧および低発熱検出素子 2 の両端電圧の関係から、水素濃度 0% 時の周囲温度による変動および水素濃度に対する感度の温度補正をすることが可能となる。マイクロコンピュータ 32 はこれらの電圧値を基に、水素濃度、湿度、温度を演算してそれぞれ出力する。

40

**【0095】**

マイクロコンピュータ 32 内で行われる演算手法については実施の形態 1 と同様であるため省略する。

**【0096】**

図 15 に周囲温度 80°C における空气中で湿度を変化させた場合の計測結果を示す。横軸は絶対湿度を示しており、(a) は高発熱検出素子 1 の温度検出素子 12 による補正後の出力、(b) に低発熱検出素子 2 の温度検出素子 12 による補正後の出力および (c) は絶対湿度出力を示している。図 15 より同一の絶対湿度条件下にかかわらず、補正後の高発熱検出素子 1 の出力および低発熱検出素子 2 の出力に違いが生じ、この高発熱検出素子

50

1の補正後出力から低発熱検出素子2の補正後出力を差し引いた値は、実施の形態1と同様に絶対湿度に比例し絶対湿度出力として使用できる。

**【0097】**

したがって、この絶対湿度出力を得ることによって湿度オフセットを補正できるとともに、絶対湿度の算出が可能となる。

**【0098】**

本実施の形態2によるガス検出器の出力例を図16(a)、図16(b)に示す。実験方法は実施の形態1と同様である。

**【0099】**

図16(a)に水素濃度出力結果を示す。横軸は測定の経過時間(秒)で、縦軸は高発熱検出素子1、低発熱検出素子2および温度検出素子1・2の両端電圧から補正手法に基づいて計算した水素濃度計算値(%)である。図より、ガス切り替えにより極めて応答性よく水素濃度が変化しており、精度も良好であることがわかった。

10

**【0100】**

図16(b)に湿度出力結果を示す。横軸は図16(a)と同じく測定の経過時間(秒)であり前述の水素濃度計測と同様のタイミングで水素ガス濃度を切り替えている。また、縦軸は絶対湿度出力であり、測定中に水素濃度が大きく変わっているにもかかわらず、湿度出力計算値は変動がなく水素濃度に影響されずに精度よく湿度を出力し続けられることが確認された。

20

**【0101】**

以上の結果から、本実施の形態2のガス検出器も実施の形態1と同様に水素濃度と湿度を独立して精度よく検出できることが明確化された。

**【0102】**

**【発明の効果】**

以上のように本発明は自己発熱温度を違えた温度により抵抗値が変化する抵抗体からなる高発熱検出素子および低発熱検出素子と、これら2つの検出素子の近傍に設けた温度検出手段を有し、前記高発熱検出素子および低発熱検出素子が水素濃度および湿度に応じて変化する抵抗値と温度検出手段で求めた温度を電気的信号に変換し、前記2つの検出素子と温度検出手段にガス導入口を通して導入されたガス中の水素濃度および湿度を電気的に換算して出力するものであるので、湿気があった場合、発熱温度が違うそれぞれの検出素子の近傍の水蒸気の熱伝導率に差が発生し、これにより補正計算をすることで、水素濃度と湿度をそれぞれ区別して検出することができるという効果を奏するものである。

30

**【図面の簡単な説明】**

**【図1】(a)** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の概略構造を説明するための断面図

(b) 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の点線部(A-A)での断面図

**【図2】** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の検出素子および温度検出手段であるサーミスターの概略断面図

**【図3】** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の検出部の組立方法を説明するための概略斜視図

40

**【図4】** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の配管への取り付け方法を説明するための概略断面図

**【図5】** 本発明のガス検出器を燃料電池システムに取り付けた際の形態を説明するための概略ブロック図

**【図6】** 本発明のガス検出器を用いた燃料電池自動車の概略構造を示す断面図

**【図7】** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の回路構成を説明するための概略回路図

**【図8】** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の乾燥空気下での水素濃度出力特性図

**【図9】** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の湿度出力特性図

**【図10】(a), (b)** 本発明の実施の形態1におけるガス検出器の補正計算後の出力

50

**特性図**

【図11】本発明におけるガス検出器を用いた燃料電池システムにおける同検出器出力による動作制御サブルーチンを表すフローチャート

【図12】本発明のガス検出器を用いた自動車における同検出器出力による動作制御サブルーチンを表すフローチャート

【図13】(a) 本発明の実施の形態2におけるガス検出器の概略構造を説明するための断面図

(b) 本発明の実施の形態2におけるガス検出器の点線部(A-A)での断面図

【図14】本発明の実施の形態2におけるガス検出器の回路構成を説明するための概略回路図

10

【図15】本発明の実施の形態2におけるガス検出器の温度出力特性図

【図16】(a), (b) 本発明の実施の形態2におけるガス検出器の補正計算後の出力特性図

**【符号の説明】**

1 高発熱検出素子

20

2 低発熱検出素子

3 温度検出手段

4 サーミスタ素体

5 電極

6 リード線

7 ガラス層

8 サーミスタ

9 台座

10 ピン

11 ケース

12 温度検出素子

30

15 回路基板

16 容器

17 ガス導入口

18 フィルター

23 取出しケーブル

24 容器フタ

25 耐湿樹脂

26 ネジ部

27 配管

28 取付部

29a 固定抵抗

40

29b 固定抵抗

29c 固定抵抗

29d 固定抵抗

31 直流電源

32 マイクロコンピュータ

51 水素タンク

52 遮断弁

53 水素加湿器

54, 110 燃料電池スタック

50

55 コンプレッサ

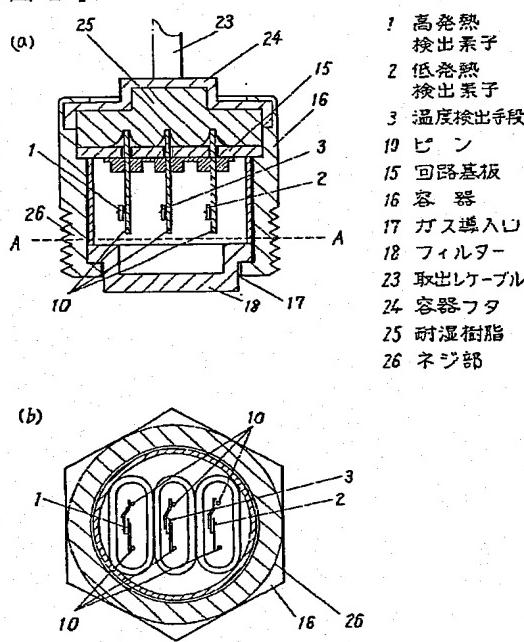
56 空気加湿器

57 燃料電池制御回路

58 筐体

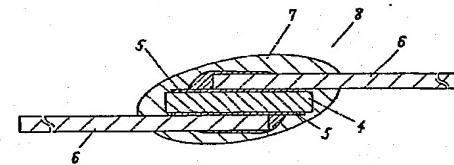
- 59 警報器  
 60 換気扇  
 101 本体  
 102 乗車空間  
 103 水素タンク収納空間  
 104 駆動手段収納空間  
 105 床下空間  
 106 タンク  
 107 外側タンク  
 108 内側タンク  
 109 モーター  
 111 タイヤ  
 112 ハンドル

【図 1】



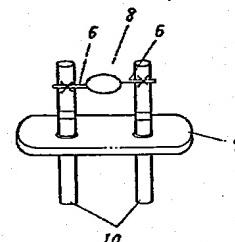
【図 2】

4 サーミスタ系本体  
 5 電極  
 6 リード線  
 7 ガラス層  
 8 サーミスタ



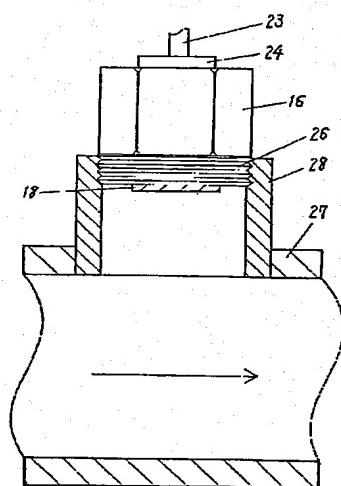
【図 3】

6 リード線  
 8 サーミスタ  
 9 台座  
 10 ピン



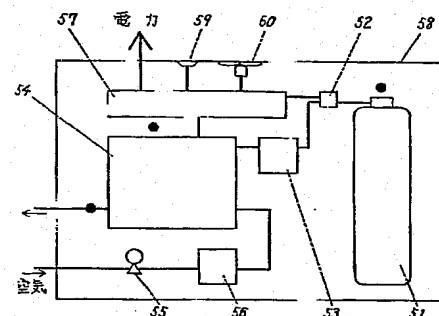
【図4】

16 容器  
18 フィルター  
23 取出ケーブル  
24 容器フタ  
26 ネジ部  
27 配管  
28 取付部



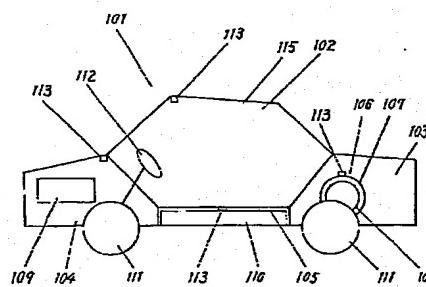
【図5】

51 水素タンク  
52 遷断弁  
53 水素加湿器  
54 燃料電池スタック  
55 コンプレッサ  
56 空気加湿器  
57 燃料電池制御回路  
58 筐体  
59 警報器  
60 換気扇



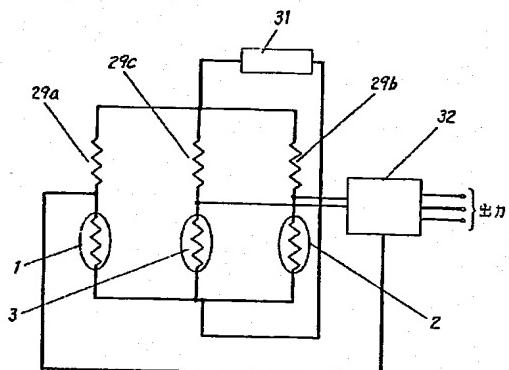
【図6】

101 本体  
102 乗車空間  
103 水素タンク収納空間  
104 駆動手段収納空間  
105 床下空間  
106 タンク  
107 外側タンク  
108 内側タンク  
109 モーター  
110 燃料電池スタック  
111 ダイヤ  
112 ハンドル  
113 ガス検出器

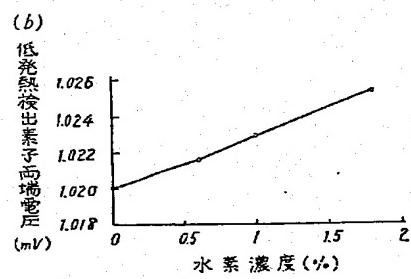
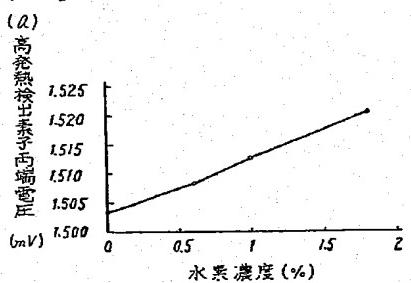


【図7】

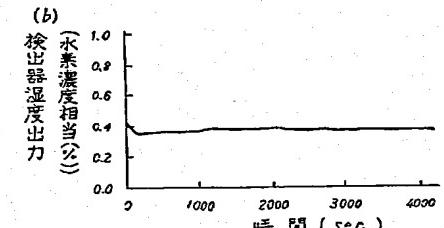
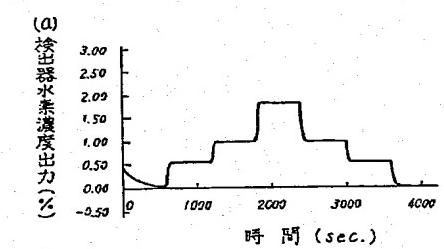
1 高発熱検出素子  
2 低発熱検出素子  
3 湿度検出手段  
29a, 29b, 29c 固定抵抗  
31 直流電源  
32 マイクロコンピュータ



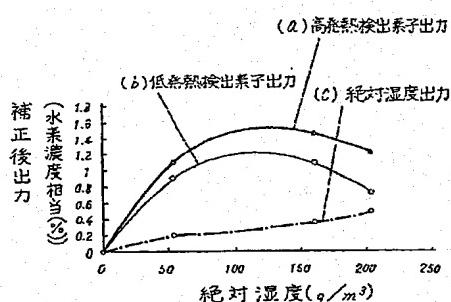
【図 8】



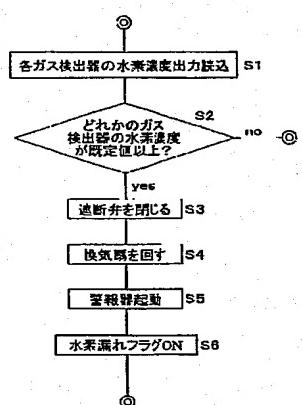
【図 10】



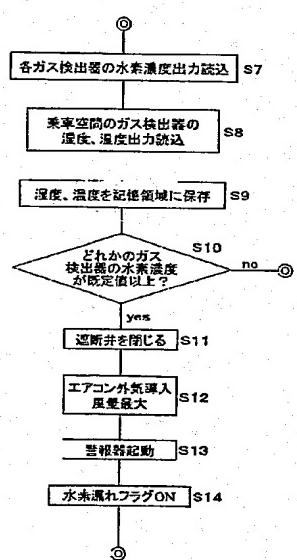
【図 9】



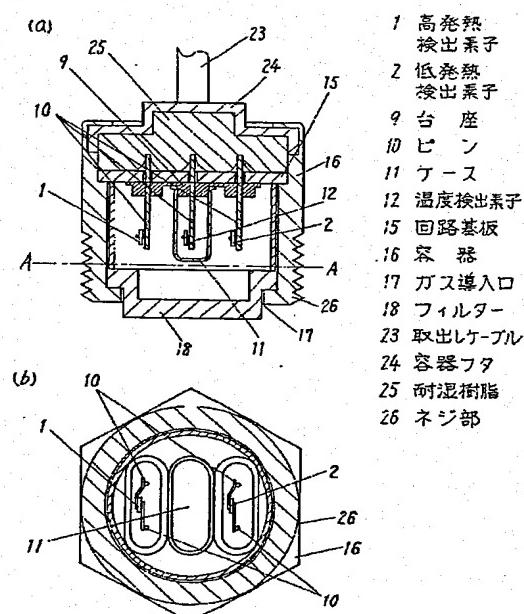
【図 11】



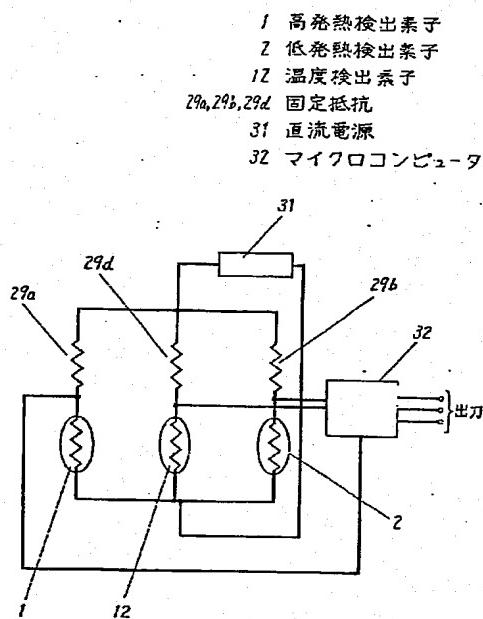
【図12】



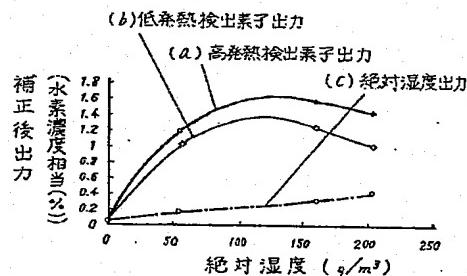
【図13】



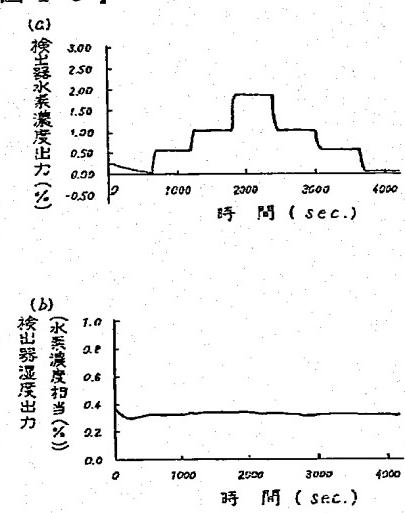
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(72)発明者 多田 真樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 2G060 AA01 AB02 AB03 AE19 AF02 AF07 AG06 AG11 BA05 BB05  
BB09 BB13 BB14 BC02 BD02 BD04 HA01 HC07 HC13 HC19  
HC21 HC22 HD03 HD07 HE01 KA01 KA04  
5H027 AA02 KK31 KK41 MM01  
5H115 PA08 PG04 PI18 PU01 SE06 TI10 T005 T030 TR19